

Давление на фундамент в виде периодических силовых воздействий могут не только приводить в колебательное состояние машину вместе с фундаментом, но и вызывать колебания окружающих машин и сооружений. Когда частота собственных колебаний какого-либо звена машины или элемента сооружения совпадает с частотой изменения неуравновешенных сил инерции, наступает опасное состояние резонанса [3]. В дальнейшем необходимо рассмотреть жесткое соединение двигателя с фундаментом, когда смещение  $x_1$  исчезает. В этом случае полезно определить горизонтальное давление на опоры и фундамент.

#### Библиографический список

1. Каримов И. Лекции по динамике и усталости машин / И. Каримов. – URL: <http://www.detalmach.ru/lectdinamika10.htm> (дата обращения 27.11.2017 г.).
2. Денисов Ю.В. Теоретическая механика: учебник / Ю.В. Денисов, Н.А. Клиньских. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 474 с.
3. Вибрации в технике: справочник в 6 т. Том 6. Защита от вибрации и ударов / под ред. К.В. Фролова; ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.

УДК 676.056.23

Студ. А.С. Лысцов  
Рук. В.В. Васильев  
УГЛТУ, Екатеринбург

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ ПАРАЗИТНОГО ПРИВОДА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ № 3 АО «СОЛИКАМСКБУМПРОМ»**

Паразитный привод сушильных цилиндров представляет собой систему зубчатых передач, состоящую из почти сотни зубчатых колес. Удары в зубчатом зацеплении являются источником вибрации всей сушильной части.

Фрагмент типового привода сушильных цилиндров бумагоделательной машины (далее – БМ) показан на рисунке 1. Сушильные цилиндры 1ц и 2ц связаны между собой паразитной зубчатой передачей, состоящей из цилиндрических зубчатых колес 1к и 2к и паразитного колеса 3. Кроме того, цилиндры связаны сеткой 7, охватывающей оба цилиндра и сетководущие валы 4, 5, 6 и имеющей предварительное натяжение [1].

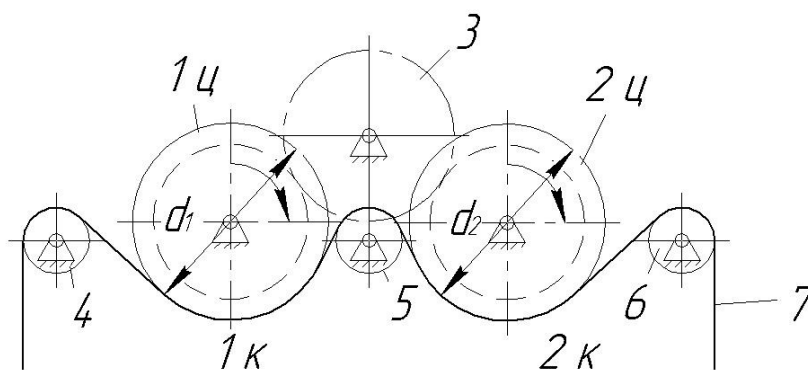


Рис. 1. Фрагмент типового привода сушильных цилиндров БМ

В зубчатых передачах имеет место кинематическое, импульсное, параметрическое и силовое возбуждение вибрации.

Кинематическое возбуждение связано с погрешностями изготовления зубьев. Импульсное возбуждение проявляется при взаимодействии зубьев на входе в зацепление, а также при изменении направления передаваемого момента. Параметрическое возбуждение связано с переменной жесткостью зацепления. Силовое возбуждение вызывается переменностью передаваемого момента и силами инерции от неуравновешенности вращающихся масс [1].

Импульсное и кинематическое возбуждения вызывают вибрацию с частотой зацепления зубьев  $f_z$  (зубцовой частотой) и кратными частотами.

Эксплуатационными дефектами зубчатых передач являются абразивный износ и выкрашивание контактирующих поверхностей зубьев, задир и заедание, трещины в теле зуба, скол и поломка зуба, нарушение смазки, ослабление посадочных мест зубчатых колес и др., возбуждающих вибрацию на оборотных, зубцовых и кратных им частотах [2].

Одним из наиболее распространенных дефектов зубчатых передач является выкрашивание рабочих поверхностей зубьев, главным образом, на ножках вблизи полюса зацепления. Выкрашивание на больших поверхностях нарушает основной закон зацепления, возрастают ударные нагрузки.

Поэтому своевременное выявление увеличения параметров вибрации на указанных частотах является актуальной задачей.

Для исследования вибрации паразитного привода четвертой сушильной группы БМ № 3 производились измерения вибрации корпуса подшипника сушильного цилиндра № 51 в двух направлениях. Для измерения вибрации использовался виброанализатор СД-12М фирмы ВАСТ. Исследования проводились в рамках проекта «Базовая кафедра УГЛТУ в АО «Соликамскбумпром».

На рис. 2 представлен спектр виброскорости лицевой подшипниковой опоры сушильного цилиндра № 51 в поперечном направлении.

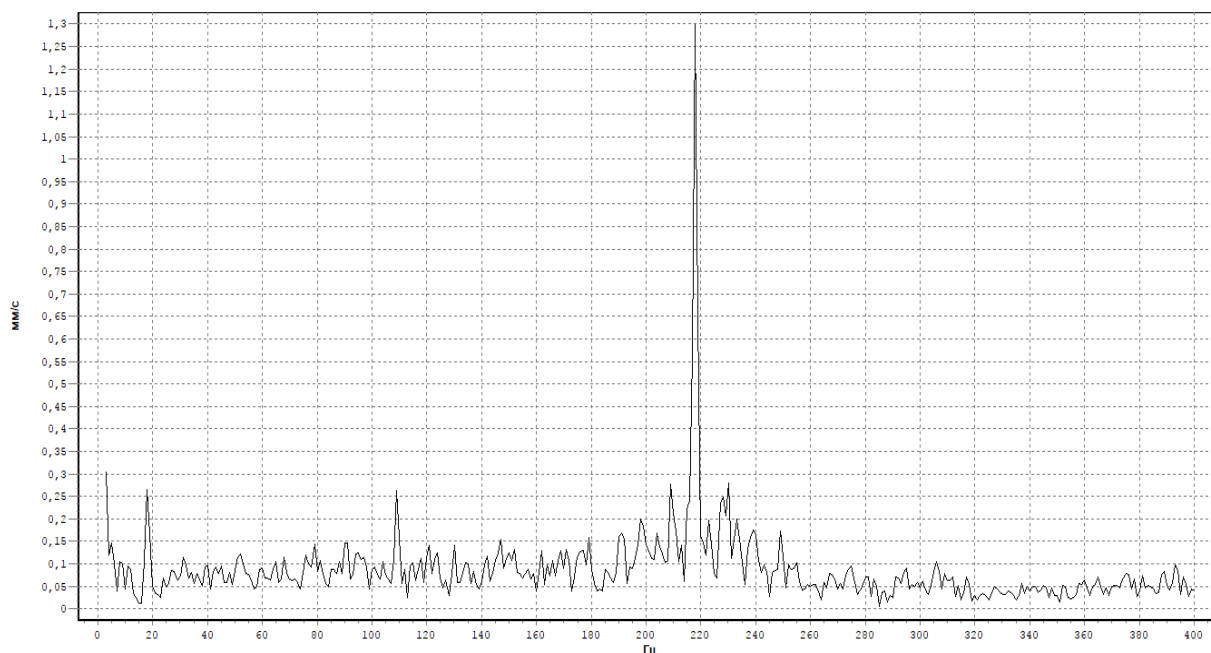


Рис. 2. Спектр виброскорости корпуса подшипника сушильного цилиндра № 51 в поперечном направлении

На спектре наблюдается значительный всплеск уровня виброскорости на частоте 217,9 Гц. Выявим возможный источник вибрации.

Для идентификации вибрации используем метод сопоставления частот дискретных составляющих спектров вибрации с расчетными частотами возбуждений, действующих в машине.

Определим оборотную и зубцовую частоты исследуемой конструкции. Оборотная частота сушильного цилиндра ( $\text{мин}^{-1}$ ):

$$f_{об} = \frac{V_m}{60\pi d_u} = \frac{801}{60 \cdot 3,14 \cdot 1,5} = 2,83,$$

где  $V_m$  – скорость 4-й сушильной группы,  $V_m = 801$  м/мин;

$d_u$  – диаметр сушильного цилиндра,  $d_u = 1,5$  м.

Зубцовая частота  $f_z$  зубчатого колеса, установленного на сушильном цилиндре (Гц):

$$f_z = f_{об} \cdot z = 2,83 \cdot 77 = 217,9,$$

где  $z$  – число зубьев зубчатого колеса,  $z = 77$ .

Всплеск уровня виброскорости на спектре наблюдается на зубцовой частоте зубчатого колеса сушильного цилиндра. Это может являться признаком развивающегося эксплуатационного дефекта.

Следует провести ревизию зубчатого колеса сушильного цилиндра № 51, а также сопряженных с ним шестерен.

#### Библиографический список

1. Куцубина Н.В. Совершенствование технической эксплуатации бумагоделательных и отделочных машин на основе их виброзащиты и вибродиагностики: монография / Н.В. Куцубина, А.А. Санников. – Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 140 с.
2. ГОСТ 26493-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Нормы вибрации. Технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.

УДК 676.017

Студ. В.Р. Парфенова  
Асп. В.Н. Микушина  
Рук. В.П. Сиваков, О.Б. Пушкарева  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ТРУБОПРОВОДЕ СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ СУШИЛЬНОЙ ЧАСТИ**

Система циркуляционной смазки имеет разветвленную пространственную конструкцию. Основное технологическое оборудование системы циркуляционной смазки компактно расположено в четырех точках. Бак, масляные насосы и оборудование очистки расположены ниже нулевой отметки в холодной части здания, за стеной зала БМ с приводной стороны. Температурный режим места расположения способствует охлаждению масла.

Два коллектора ротаметров для приводной и лицевой сторон расположены в зале БМ с приводной и лицевой сторон сушильной части. Коллекторы ротаметров имеют воздушное охлаждение для снижения нагрева от температуры атмосферы зала. Коллектор-сборник и масляный насос установлены в приемке зала БМ.

Разветвленную схему расположения имеют распределительные трубки и трубопроводы, смонтированные на продольных балках фундаментных шин и станинах сушильной части, расположенных в зоне теплоизоляционного колпака. Трубки и трубопроводы подвержены нагреву от атмосферы в зоне теплоизоляционного колпака и от поверхности станин, к которым они присоединены.